

명세서

CONTACT SPRING

기술분야

- [1] 본 발명은 스프링 구조에 관한 것으로, 보다 상세히는 전기 기기의 전원 인가 단자로서 사용되는 컨택트 스프링(contact spring) 구조에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 전기 기기의 일 예로서, 이동통신용 단말기의 수신 감지 장치의 일종인 진동모터에 전원을 인가하기 위한 방법으로 리드와이어(lead wire) 납땜, 단말기의 FPCB 및 진동모터의 FPCB 랜드(land)의 직접 납땜, 커넥터를 이용한 인가 방법, 진동 모터에 부착된 컨택트 스프링에 의한 인가 방법 등이 있다.
- [3] 도 1은 종래의 컨택트 스프링이 장착된 바(bar) 타입의 진동 모터를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [4] 도 1에 도시된 바와 같이, 컨택트 스프링(10)을 이용한 인가방법에서는 컨택트 스프링(10)이 장착된 진동 모터(20)를 단말기의 구조물에 고정시키고, 컨택트 스프링(10)의 위치에 맞게 설계된 단말기 PCB를 단말기 구조물에 고정시키면, 단말기 전원과 연결된 PCB 랜드가 상기 컨택트 스프링(10)과 접촉되고, 이로 인해 상기 진동 모터(20)의 분동(30)이 편심회전되어 진동을 발생하게 된다.
- [5] 상기 컨택트 스프링(10)과 단말기의 PCB 랜드와의 접점을 통해서 원활한 전원 공급이 이루어지기 위해서는 컨택트 스프링(10)이 적정 수준의 반발력을 유지해야 하며, 또한 컨택트 스프링(10)이 압축되면서 컨택트 스프링(10)의 접점이 단말기의 PCB 랜드를 벗어나지 않도록 설계해야 한다.
- [6] 도 2의 (a) 내지 (d)는 상기 진동 모터에 사용되는 종래의 컨택트 스프링 구조를 나타낸 도면이다.
- [7] 도 2의 (a) 내지 (d)를 참조하면, 종래의 컨택트 스프링(10)은 크게 외부 전원과 연결된 PCB 랜드와 접촉되는 접점부(11), 진동 모터에 직접적으로 고정되거나 접촉하는 지지부(13)와, 상기 접점부(11)와 지지부(13) 사이를 연결하는 굴곡부(12)를 포함하는 일체형으로 되어 있다.
- [8] 상기 접점부(11)의 형상은 스프링의 압축량에 따라서 단말기의 PCB 랜드와의 접점의 위치가 변하는 양을 줄여주고, PCB 랜드와 접점의 연결 상태의 신뢰성을 높이기 위해서 기본적으로 아크형의 곡선으로 되어 있으며, 반구나 아크형 스트립 형태의 엠보싱(embossing)처리를 하기도 한다.
- [9] 상기 지지부(13)는 수평면, 수직면 또는 수평면과 수직면의 조합으로 구성되며, 적용되는 진동 모터나 기구적인 제한 조건에 따라서 다양한 형상으로 구성된다. 또한, 상기 모터의 코일 끝단과 컨택트 스프링(10)을 전기적으로

연결하기 위한 별도의 납땜부 형상이 지지부(13)에 추가되기도 하며, 별도의 납땜부 형상 대신에 납땜 혹은 용접에 의한 전기적 연결도 가능하다.

[10] 상기 굴곡부(12)는 기본적으로 'ㄷ'자와 유사한 형태 또는 대칭적인 형상으로 구성되며 필렛(fillet) 처리 유무에 따라서 완전한 반원의 형상으로 구성되기도 한다.

[11] 상기한 종래의 컨택트 스프링 구조에서, 컨택트 스프링이 압축되면서 상기 컨택트 스프링에 저장되는 에너지의 대부분은 굴곡부(12)에 집중되며, 상기 에너지는 변형량(strain)의 제공에 비례한다.

[12] 이때, 상기 컨택트 스프링에 발생하는 응력의 크기는 후크(Hook)의 법칙(응력=영계수(Young's modulus)×변형량(strain))에 의해서 변형량의 크기에 비례한다. 만약, 인장강도로 대표되는 스프링의 한계치를 넘어서는 응력이 발생하면, 컨택트 스프링이 영구 변형되는 현상이 발생될 수 있다.

[13] 이러한 영구 변형이 발생하면 단말기 PCB 랜드가 컨택트 스프링의 접점부가 압축되었을때 발생하는 반발력의 크기가 적정 수준이하로 감소될 염려가 있으며, 이로 인해서 진동 모터로 전원 공급이 원활하게 이루어 지지 않는 문제점이 있다.

[14] 또한, 스프링의 탄성계수(k)는 스프링 재료의 두께(T)와 굴곡부의 표면적(A)에 비례하며, 굴곡부에 저장되는 에너지(E)는 탄성계수(k)와 압축량(x)의 함수로 나타낼 수 있다. 또한, 굴곡부의 부피(V)는 스프링 재료의 두께(T)와 표면적(A)의 곱과 같다.

[15] 즉,

$$k \propto T^3 A$$

$$E = \frac{1}{2} k x^2$$

$$V = T \cdot A$$

에서 스프링의 단위 부피당 저장되는 에너지(E/V)는,

$$\frac{E}{V} \propto \frac{1}{2} T^2 x^2$$

으로 나타내어진다.

[16] 상기한 바와 같이, 변형량 에너지 밀도(strain-energy density)로 표현되는 단위 부피당 에너지 밀도는 변형량(x) 및 스프링 두께(T)의 제곱값에 비례하는 반면에,

표면적(A)에는 거의 영향을 받지 않는다.

- [17] 이러한 종래의 컨택트 스프링 구조에서 압축량을 일정하게 유지한 상태에서 탄성계수를 증가시키기 위해 재료의 두께를 증가시키거나 굴곡부 표면적의 폭을 증가시키는 방법이 있다.

- [18] 그러나, 스프링 재료의 두께를 증가시키면 발생하는 응력이 두께(T)에 비례하여 증가하므로 내구성이 감소되는 문제점이 있다.

- [19] 또한, 접점부의 접점은 응력이 집중되는 부위인 굴곡부를 기준으로 회전하기 때문에, 압축방향의 수직 방향으로 접점이 이동되어 단말기의 PCB 랜드를 벗어날 수 있는 문제점이 있다. 응력의 증가를 방지하기 위하여 굴곡부의 길이를 증가시키면 접점의 회전 중심이 접점으로부터 멀어져서 압축방향의 수직방향으로 접점의 이동량이 증가하는 단점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [20] 본 발명은 일정 압축량을 유지한 상태에서 높은 탄성계수를 갖는 컨택트 스프링의 형상을 제안하고, 컨택트 스프링에 분포하는 응력의 집중 현상을 완화함으로써, 그 발생하는 응력의 크기가 컨택트 스프링 재료의 인장강도를 넘지 않도록 하여 내구성을 확보할 수 있는 컨택트 스프링을 제공함에 그 목적이 있다.

- [21] 또한 본 발명은 컨택트 스프링에 분포하는 응력의 집중 현상을 완화함으로써, 그 발생하는 응력의 크기가 컨택트 스프링 재료의 인장강도를 넘지 않도록 하여 내구성을 확보할 수 있는 컨택트 스프링을 구비한 진동모터를 제공함에 다른 목적이 있다.

기술적 해결방법

- [22] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 컨택트 스프링은, 전기 기기에 연결되는 지지부; 외부의 전원 공급 단자와 전기적으로 연결되는 접점부; 상기 지지부 및 접점부의 사이에 연결되고, 절곡된 형상을 갖는 적어도 2개 이상의 굴곡부; 를 포함하는 점에 그 특징이 있다.

- [23] 또한 상기 다른 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 진동모터는, 지지부, 외부의 전원 공급 단자와 전기적으로 연결되는 접점부, 상기 지지부 및 접점부의 사이에 연결되고 절곡된 형상을 갖는 적어도 2개 이상의 굴곡부를 구비하는 컨택트 스프링; 상기 지지부를 통하여 외부로부터 공급되는 전원을 인가받아 편심 회전하는 진동부; 를 포함하는 점에 그 특징이 있다.

유리한 효과

- [24] 본 발명에 의하면 컨택트 스프링의 굴곡부에 저장되는 변형량 에너지 밀도가

감소하고, 이로 인해 굴곡부에 분포하는 응력의 크기가 감소하여 보다 높은 내구성을 갖는 컨택트 스프링을 제공할 수 있다.

[25] 또한, 본 발명에 의하면, 접점부와 굴곡부의 상대적 위치에 따라서 각 굴곡부 및 굴곡부 연결 부위의 폭을 조절함으로써 접점의 회전 현상이 감소되고, 이로 인해 단말기의 PCB 랜드와 접점의 상대적 위치 변동량이 감소될 수 있다.

[26] 또한, 굴곡부의 폭을 조절하여 각 굴곡부에 분포하는 응력을 균등하게 분산시킴으로써 컨택트 스프링이 압축으로 인해 영구 변형되지 않도록 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[27] 도 1은 종래의 컨택트 스프링이 장착된 바 타입의 진동 모터를 개략적으로 나타낸 도면.

[28] 도 2는 종래의 진동 모터에 사용되는 컨택트 스프링 구조를 나타낸 도면

[29] 도 3은 본 발명에 따른 컨택트 스프링의 다양한 실시 예를 나타낸 도면.

[30] 도 4는 본 발명에 따른 컨택트 스프링이 사용된 코인 타입의 진동모터를 나타낸 도면.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[31] 도 3의 (a) 내지 (c)는 본 발명에 따른 컨택트 스프링의 다양한 구조를 나타낸 것이다.

[32] 도 3의 (a) 내지 (c)를 참조하면, 본 발명에 따른 컨택트 스프링(100)은 크게 외부 전원과 연결된 PCB 랜드에 접촉되는 접점부(101), 진동 모터에 직접적으로 고정되거나 접촉되는 지지부(103)와, 상기 접점부(101)와 지지부(103) 사이를 연결하는 굴곡부(102a 내지 102c)를 포함하는 일체형으로 되어 있다.

[33] 보다 상세히는, 상기 접점부(101)의 형상은 컨택트 스프링의 압축량에 따라서 단말기의 PCB 랜드와의 접점 위치가 변하는 양을 줄여주고, PCB 랜드와 접점의 연결 상태의 신뢰성을 높이기 위해서 일정 곡률로 휘어진 아크형의 곡선으로 되어 있으며, 반구나 아크형 스트립 형태의 엠보싱(embossing)처리를 하기도 한다.

[34] 상기 지지부(103)는 수평면, 수직면 또는 수직면과 수평면의 조합으로 구성되며, 적용되는 진동 모터나 기구적인 제한 조건에 의해서 다양한 형상으로 구성된다. 또한, 상기 모터의 코일 끝단과 컨택트 스프링(100)을 전기적으로 연결하기 위한 별도의 납땜부 형상이 지지부(103)에 추가되기도 하며, 별도의 납땜부 형상 대신에 납땜 혹은 용접에 의한 전기적 연결도 가능하다.

[35] 상기 접점부(101)와 지지부(103)는 적어도 2개 이상의 굴곡부(102a 내지 102c)로 연결된다. 상기 굴곡부(102a 내지 102c)의 형상은 대략 수직으로

절곡되는 'c'자와 유사한 형태 또는 그 대칭적인 형상으로 될 수 있다. 여기서, 상기 굴곡부(102a 내지 102c)의 형상은 필렛(fillet) 처리 유무에 따라서 완전한 반원의 형상으로도 구성될 수 있다.

- [36] 상기와 같은 구성을 갖는 본 발명에 따른 컨택트 스프링 구조에서는, 스프링이 압축되면서 저장되는 에너지의 대부분이 상기 굴곡부(102a 내지 102c)에 분산되어 저장되며, 상기 굴곡부(102a 내지 102c)에 저장되는 에너지의 밀도는 변형량 에너지 밀도(strain-energy density)로 표현될 수 있다.
- [37] 여기서, 상기 굴곡부(102a 내지 102c)에 저장되는 변형량 에너지 밀도는 변형량(strain)의 제곱에 비례하고, 이때 발생하는 응력의 크기는 후크의 법칙(응력(stress)= 영계수(Young's modulus) × 변형량(strain))에 의하여 스프링의 변형량(strain)에 비례한다.
- [38] 본 발명에 따른 컨택트 스프링 구조에 저장되는 에너지는 2개 이상의 굴곡부(102a 내지 102c)에 분산되어 저장된다. 이에 따라, 개별 굴곡부(102a 내지 102c)에 저장되는 변형량 에너지 밀도가 낮아지게 되고, 이로 인해 발생하는 응력의 크기도 감소하게 된다.
- [39] 한편, 굴곡부(102a 내지 102c)에 발생하는 응력의 크기를 증가시키지 않으면서 일정 압축량에서의 스프링의 반발력(contact force) 또는 탄성계수(stiffness)를 증가시키기 위해서는 굴곡부(102a 내지 102c)의 에너지 밀도를 일정하게 유지해야 한다.
- [40] 반발력을 증가시키면서 굴곡부의 에너지 밀도를 일정하게 유지하기 위해서는 스프링 재료의 두께(T)보다는 굴곡부의 폭을 증가시키는 것이 유리하다.
- [41] 그 이유는, 탄성계수(k)는

$$k \propto T^3 A$$

로서 스프링 재료의 두께(T)의 세제곱에 비례하고 굴곡부의 표면적(A)에 비례하는 반면에, 스프링의 단위 부피당 저장되는 에너지(E/V)는,

$$\frac{E}{V} \propto \frac{1}{2} T^2 x^2$$

으로서 스프링 재료의 두께(T)의 제곱에는 비례하지만 굴곡부의 표면적(A)에는 무관하기 때문이다.

- [42] 즉, 굴곡부의 표면적(A)은 탄성계수(k)에는 영향을 미치지 않지만, 컨택트 스프링의 단위 부피당 저장되는 에너지 값에는 영향을 미치지 않는바, 표면적(A)을 증가시킴으로써 컨택트 스프링의 반발력을 증가시키면서도 굴곡부의 에너지 밀도를 일정하게 유지할 수 있게 된다. 따라서, 상기

굴곡부(102a 내지 102c)의 표면적(A)를 증가시키기 위하여 굴곡부의 폭을 증가시킨다.

- [43] 상기한 바와 같이, 굴곡부(102a 내지 102c)의 폭을 증가시킨 컨택트 스프링의 구조가 도 3의 (b)에 도시되어 있다.
- [44] 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이, 굴곡부(102a 내지 102c)의 폭을 증가시키면, 컨택트 스프링의 반발력 또는 탄성계수를 증가시키면서도 단위 부피당 저장되는 에너지의 밀도는 일정하게 유지함으로써, 결과적으로 발생하는 응력의 크기 또한 일정하게 유지할 수 있게 된다.
- [45] 또한, 도 3의 (b)에서, 접점부(101)의 폭과 굴곡부(102a 내지 102c)의 폭이 동일할 경우에는, 상기 접점부(101)의 일부 면적이 상기 컨택트 스프링(100)이 설치되는 기구에서 외부 전원을 공급하는 PCB 랜드를 벗어나게 될 수 있으므로, 접점부(101)의 끝단의 폭을 굴곡부(102a)와 연결되는 부분의 폭보다 작게 설계할 수 있다.
- [46] 여기서, 상기 접점부(101)의 끝단의 폭을 굴곡부(102a)와 연결되는 부분의 폭보다 작게 설계하는 것은 굴곡부(102a 내지 102c)에 분포되는 응력에는 영향이 거의 없으며, 다만 컨택트 스프링이 사용되는 기구에서 PCB 랜드와 접점의 상대적 위치 설정을 용이하게 하기 위한 구조학적 이유에 의한 것이다.
- [47] 한편, 도 3의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같은 컨택트 스프링 구조에서, 컨택트 스프링이 사용되는 기구의 설계 제한 조건에 의해 접점부(101)의 위치가 좌우로 형성된 굴곡부(102a 내지 102c)의 중간 지점에 위치되지 못하면, 좌측의 굴곡부(102b)와 우측의 굴곡부(102a, 102c)사이의 응력 크기에 차이가 발생하여, 좌우 굴곡부의 압축량이 달라질 수 있다. 이로 인해, 접점을 이동시키는 벡터합의 x축 방향 성분이 증가되고, 좌우 굴곡부의 응력 분포의 차이가 심화될 수 있다.
- [48] 따라서, 접점의 위치가 좌우측 굴곡부의 중심에 위치하지 않는 경우에도 각 굴곡부(102a 내지 102c)에 분포되는 응력을 균일하게 하기 위해서, 도 3의 (c)에 도시된 바와 같이 좌측의 굴곡부(102b)의 폭과 우측의 굴곡부(102a, 102c)의 폭을 서로 다르게 형성할 수 있다. 또한, 상기 굴곡부(102a 내지 102c)를 이어주는 연결면에 있어서, 상기 연결면의 중간 부분의 폭이 상기 굴곡부(102a 내지 102c)와 직접 연결되는 부분의 폭보다 더 좁게 형성할 수 있다.
- [49] 또한, 도 3의 (a) 내지 (c)에 도시된 바와 같이, 최상측 굴곡부(102a)가 PCB 면에 닿는 것을 방지하기 위해 상기 접점부(101)와 굴곡부(102a)를 연결하는 면이 경사지게 구성될 수도 있다.
- [50] 도 4는 본 발명에 따른 컨택트 스프링이 사용된 코인 타입의 진동 모터(200)를 도시한 것이다.

[51] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 콘택트 스프링(100)은 지지부(103)가 진동모터(200)의 구조물에 결합되어 지지되고, 상기 접점부(101)가 외부의 PCB 랜드에 접촉되어 전원을 공급하는 연결단자로서 이용될 수 있다. 여기서 상기 콘택트 스프링(100)은 외부로부터 전원을 공급받고, 그 공급된 전원을 편심 회전하는 진동부에 전달함으로써 상기 진동모터(200)에서 진동을 발생시킬 수 있게 되는 것이다.

[52] 한편, 본 발명에 따른 콘택트 스프링(100)은 진동모터 뿐만 아니라 외부로부터 전원을 인가받는 구조를 갖는 다양한 전기기기에 적용될 수 있으며, 이와 같은 전기기기에 신뢰성 있는 전원 공급을 보장할 수 있게 된다.

[53] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 따른 콘택트 스프링은 2개 이상의 굴곡부에 에너지가 분산, 저장됨으로써 굴곡부에 저장되는 변형량(strain) 에너지 밀도가 감소하고, 이로 인해 굴곡부에 분포하는 응력의 크기가 감소하게 되어 높은 내구성을 갖게 된다.

산업상 이용가능성

[54] 본 발명에 의하면 콘택트 스프링의 굴곡부에 저장되는 변형량 에너지 밀도가 감소하고, 이로 인해 굴곡부에 분포하는 응력의 크기가 감소하여 보다 높은 내구성을 갖는 콘택트 스프링을 제공할 수 있다.

[55] 또한, 본 발명에 의하면, 접점부와 굴곡부의 상대적 위치에 따라서 각 굴곡부 및 굴곡부 연결 부위의 폭을 조절함으로써 접점의 회전 현상이 감소되고, 이로 인해 단말기의 PCB 랜드와 접점의 상대적 위치 변동량이 감소될 수 있다.

[56] 또한, 굴곡부의 폭을 조절하여 각 굴곡부에 분포하는 응력을 균등하게 분산시킴으로써 콘택트 스프링이 압축으로 인해 영구 변형되지 않도록 할 수 있다.

청구의 범위

- [1] 전기 기기에 연결되는 지지부;
외부의 전원 공급 단자와 전기적으로 연결되는 접점부;
상기 지지부 및 접점부의 사이에 연결되고, 절곡된 형상을 갖는 적어도 2 개 이상의 굴곡부;
를 포함하는 것을 특징으로 하는 콘택트 스프링.
- [2] 제 1항에 있어서,
상기 굴곡부는 반원 형상 또는 ㄷ자 형상으로 구성된 것을 특징으로 하는 콘택트 스프링.
- [3] 제 1항에 있어서,
상기 굴곡부의 폭은 그 위치에 따라 서로 다르게 형성된 것을 특징으로 하는 콘택트 스프링.
- [4] 제 1항에 있어서,
상기 굴곡부는 동일한 폭으로 형성된 것을 특징으로 하는 콘택트 스프링.
- [5] 제 1항에 있어서,
상기 접점부의 끝단의 폭은 상기 굴곡부와 연결되는 부분의 폭보다 좁게 형성된 것을 특징으로 하는 콘택트 스프링.
- [6] 제 1항에 있어서,
상기 접점부는 일정 곡률로 휘어진 것을 특징으로 하는 콘택트 스프링.
- [7] 제 1항에 있어서,
상기 굴곡부 중에서, 최상측 굴곡부가 PCB 면에 닿는 것을 방지하기 위해 상기 접점부와 굴곡부를 연결하는 면이 경사지게 구성된 것을 특징으로 하는 콘택트 스프링.
- [8] 제 1항에 있어서,
상기 2 개 이상의 개별 굴곡부에는 전체 굴곡부에 발생하는 변형응력이 각각 분산되어 저장되는 것을 특징으로 하는 콘택트 스프링.
- [9] 제 1항에 있어서,
상기 굴곡부와 굴곡부를 연결하는 연결면 중 적어도 하나는 상기 굴곡부보다 적어도 일부가 좁은 폭을 갖는 것을 특징으로 하는 콘택트 스프링.
- [10] 제 1항에 있어서,
상기 전기 기기는 진동모터인 것을 특징으로 하는 콘택트 스프링.
- [11] 지지부, 외부의 전원 공급 단자와 전기적으로 연결되는 접점부, 상기 지지부 및 접점부의 사이에 연결되고 절곡된 형상을 갖는 적어도 2 개

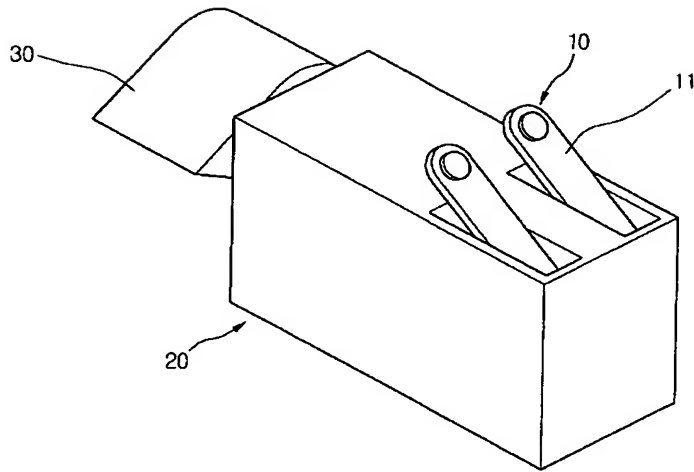
이상의 굴곡부를 구비하는 컨택트 스프링;
 상기 지지부를 통하여 외부로부터 공급되는 전원을 인가받아 편심
 회전하는 진동부;
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 진동모터.

- [12] 제 11항에 있어서,
 상기 굴곡부는 반원 형상 또는 ㄷ자 형상으로 구성된 것을 특징으로 하는
 진동모터.
- [13] 제 11항에 있어서,
 상기 굴곡부의 폭은 그 위치에 따라 서로 다르게 형성된 것을 특징으로
 하는 진동모터.
- [14] 제 11항에 있어서,
 상기 굴곡부는 동일한 폭으로 형성된 것을 특징으로 하는 진동모터.
- [15] 제 11항에 있어서,
 상기 접점부의 끝단의 폭은 상기 굴곡부와 연결되는 부분의 폭보다 좁게
 형성된 것을 특징으로 하는 진동모터.
- [16] 제 11항에 있어서,
 상기 접점부는 일정 곡률로 휘어진 것을 특징으로 하는 진동모터.
- [17] 제 11항에 있어서,
 상기 굴곡부 중에서, 최상측 굴곡부가 PCB 면에 닿는 것을 방지하기 위해
 상기 접점부와 굴곡부를 연결하는 면이 경사지게 구성된 것을 특징으로
 하는 진동모터.
- [18] 제 11항에 있어서,
 상기 2 개 이상의 개별 굴곡부에는 전체 굴곡부에 발생하는 변형응력이
 각각 분산되어 저장되는 것을 특징으로 하는 진동모터.
- [19] 제 11항에 있어서,
 상기 굴곡부와 굴곡부를 연결하는 연결면 중 적어도 하나는 상기
 굴곡부보다 적어도 일부가 좁은 폭을 갖는 것을 특징으로 하는 진동모터.

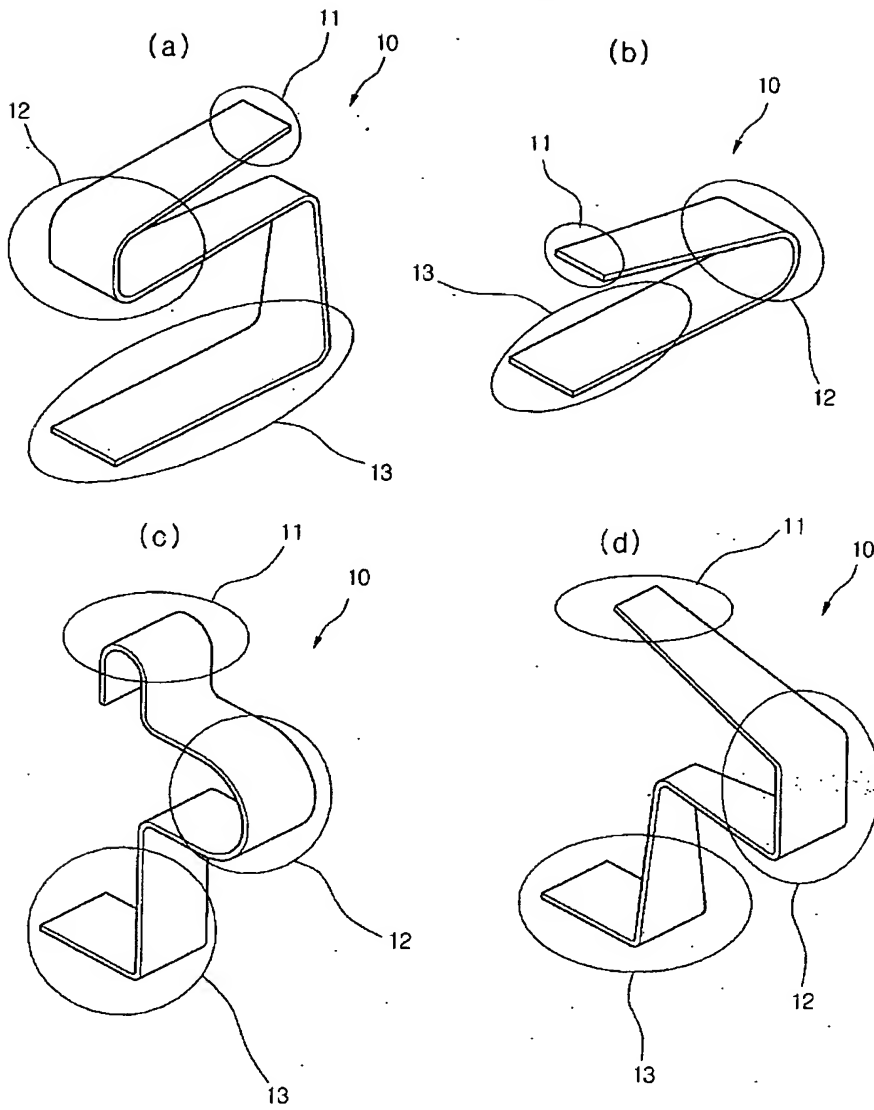
요약서

본 발명에 따른 콘택트 스프링은, 전기 기기에 연결되는 지지부; 외부의 전원 공급 단자와 전기적으로 연결되는 접점부; 상기 지지부 및 접점부의 사이에 연결되고, 절곡된 형상을 갖는 적어도 2개 이상의 굴곡부;를 포함하는 점에 그 특징이 있다.

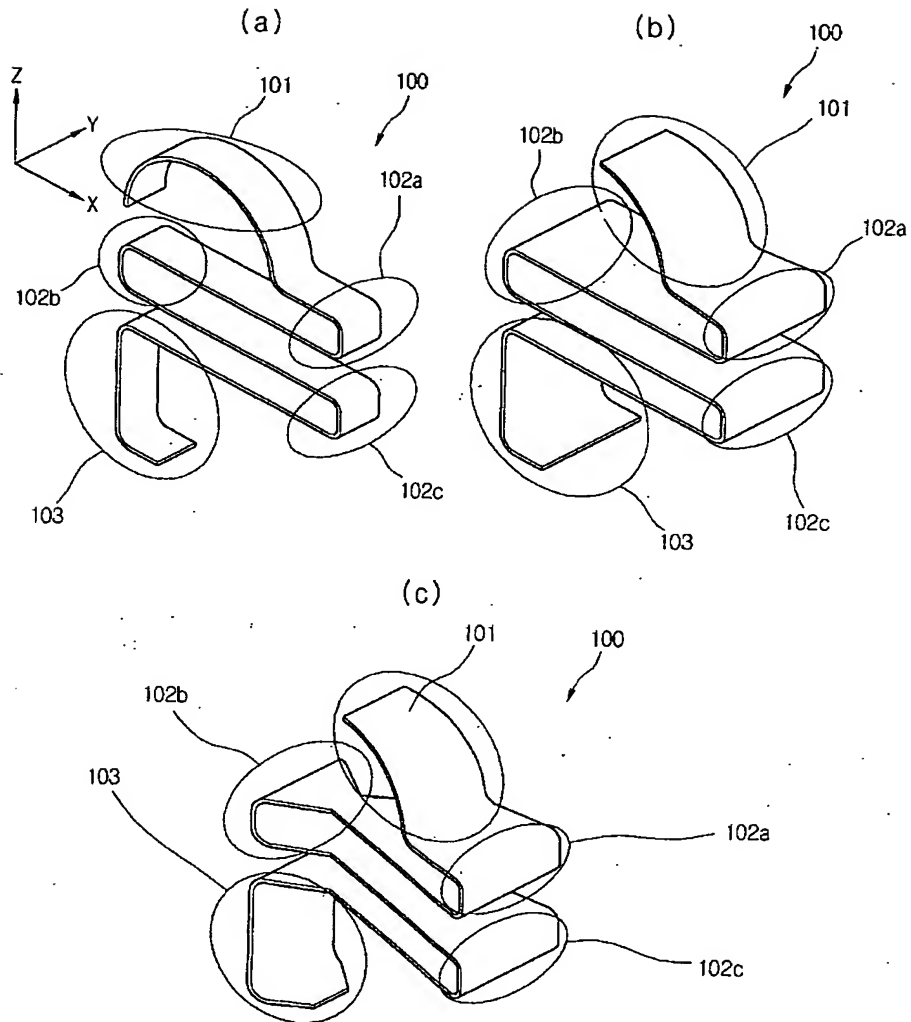
[Fig. 1]



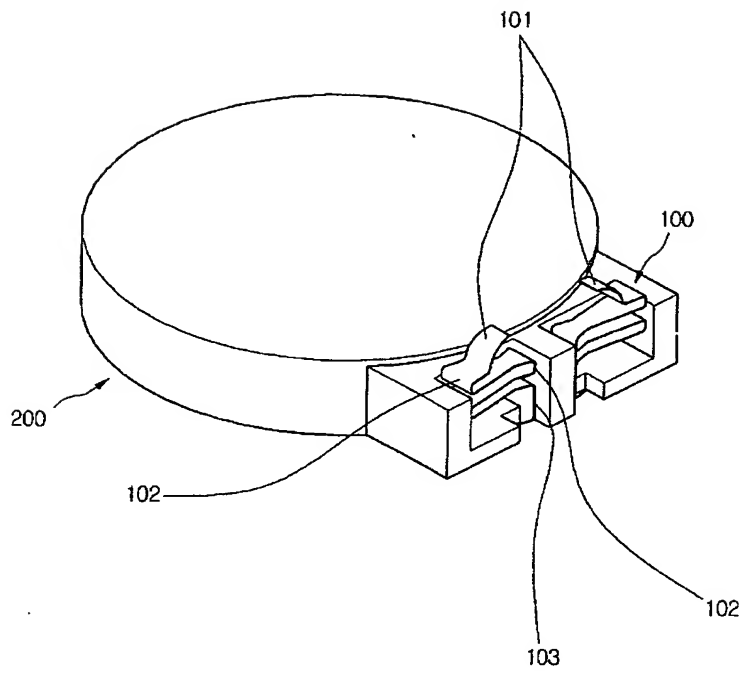
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.